

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS - BAURU**  
**BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

DANIEL SILVA SANTOS

**JOGO BASEADO EM SIMULAÇÃO DE VIDA ARTIFICIAL**

BAURU

2014

DANIEL SILVA SANTOS

Jogo Baseado em Simulação de Vida Artificial

Monografia apresentada junto à disciplina Projeto e Implementação de Sistemas II, do curso de Bacharelado em curso de Bacharelado em Ciência da Computação, Faculdade de Ciências, UNESP, campus de Bauru, como parte do Trabalho de Conclusão de Curso.

Orientador: Wilson Massashiro Yonezawa

BAURU

2014

Daniel Silva Santos

## Jogo Baseado em Simulação de Vida Artificial

Monografia apresentada junto à disciplina Projeto e Implementação de Sistemas II, do curso de Bacharelado em curso de Bacharelado em Ciência da Computação, Faculdade de Ciências, UNESP, campus de Bauru, como parte do Trabalho de Conclusão de Curso.

### BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Wilson Massashiro Yonezawa  
Professor Doutor  
DCo - FC - UNESP - Bauru  
Orientador

Prof. Dr. Simone das Graças da Domingues  
Prado  
Professora Doutora  
UNESP – Bauru

Prof. Dr. Renê Pegoraro  
Professor Doutor  
UNESP – Bauru

Bauru, 3 de Fevereiro de 2014.

## Resumo

O mercado de jogos digitais tem crescido nos últimos anos, se tornando popular entre várias faixas etárias, o número de usuários de *smartphones* e *tablets* também apresentou um grande crescimento recente, incluindo os que utilizam o sistema operacional Android. O objetivo principal de um jogo digital na maioria dos casos é a atividade lúdica mas também apresenta utilidade como ferramenta de educação, aprendizado e até simulação. Este trabalho propõe o desenvolvimento de um jogo para *smartphones* ou *tablet* com sistema operacional Android que simule seres vivos em um ambiente, cada um com diferentes comportamentos, se baseando no conceito de vida artificial, autômato celular e emergência. Deste modo simulando o comportamento de uma comunidade de seres vivos com uma base computacional em vida artificial e seguindo conceitos de *game design*. O jogo consegue representar visualmente algumas características de seres vivos, como também comportamentos e interações entre eles, de uma forma bem simples. O jogo futuramente pode ser aprimorado para representar melhor seres vivos utilizando mais detalhes para simulação dos mesmos.

**Palavras-chave:** Jogos Digitais, Vida Artificial, Emergência.

## **Abstract**

The market of digital games have grown in the last years, becoming popular between many ages, the number of smartphones and tablets users have also showed a recent increase, including the ones using Android as operational system. The main objective of a digital game is the ludic activity but also it can be used as a tool to education, learning and even simulation. This work proposes the development of a game for smartphones or tablet running on Android operational system, this game will simulate living beings in an environment, each one with different behaviors, based in the concepts of artificial live, cellular automata and emergence. This way simulating the behavior of a living being community with a computational base in artificial live and following concepts of game design. The game can represent visually some characteristics of living beings, as well behaviors and interactions between them, in a very simple way. The game can be upgraded in the future to represent better living beings using more details to the simulation of these.

**Keywords:** Digital Games, Artificial Live, Emergence.

## Lista de Figuras

Figura 1. Sequência de ações no trabalho, se percebe que todo o sistema é representado por 16 quadrados. (PASCOAL, 2005). .....	11
Figura 2. Imagem do projeto MANTA. É possível visualizar a simulação como se fosse real, facilitando o entendimento. (DROGOUL, CORBARA e LALANDE, 1995). .....	16
Figura 3. Arquitetura do projeto.....	22
Figura 4. Fluxo das telas do jogo. ....	23
Figura 5. Menu principal do jogo. ....	24
Figura 6. Menu de configuração do jogo.....	24
Figura 7. Entrada de dados no menu de configuração. ....	25
Figura 8. Jogo executando.....	25
Figura 9. Tempo restante de simulação no topo. ....	26
Figura 10. Escala aumentada pelo <i>zoom</i> .....	26
Figura 11. Escala diminuída pelo <i>zoom</i> , a borda é editada para indicar total da tela. ....	27
Figura 12. Menu de configurações durante o jogo.....	27
Figura 13. Visualização da área de visão das presas ativa. ....	28
Figura 14. Tela de <i>Login</i> . ....	28
Figura 15. Fluxograma de funcionamento do jogo. ....	29
Figura 16. Criaturas, a)predador com forma mais quadradas, b)presa com forma mais arredondada, c)planta com uma forma cheia e simples. ....	31
Figura 17. Criaturas, a) predador área de visão triangular, b) presa com área de visão circular. ....	32
Figura 18. Diagrama UML de atividade da criatura, exemplifica as ações possíveis da mesma. ....	34

## **Lista de Abreviaturas**

**AC** – Autômato Celular

**IA** – Inteligência Artificial

**IDE** – Integrated development environment

**PC** – Personal Computer

**SDK** – Software Development Kit

**VA** – Vida Artificial

**SSL** – Secure Sockets Layer

**TLS** - Transport Layer Security

**PC** – Personal Computer

## Sumário

1 INTRODUÇÃO .....	10
1.1 Motivações.....	10
1.2 Trabalhos Relacionados .....	11
1.3 Objetivos.....	11
1.3.1 Objetivos Gerais.....	11
1.3.2 Objetivos Específicos.....	11
2 REFERENCIAL TEÓRICO .....	12
2.1 Jogos .....	12
2.1.1 Definição.....	12
2.1.2 Classificação do Jogo.....	12
2.1.3 Jogos Eletrônicos .....	13
2.1.4 Game Design .....	14
2.2 Vida Artificial.....	14
2.2.1 Autômatos Celulares (AC).....	15
2.2.2 Algoritmos evolutivos ou genéticos .....	15
2.3 Emergência .....	15
2.4 Inteligência Artificial.....	17
2.5 Comportamentos de Seres Vivos.....	18
2.6 Simulação .....	19
2.7 Simulação em Jogos .....	19
2.8 Android.....	20
3 MATERIAIS .....	20
3.1 <i>Hardware</i> .....	20
3.2 <i>Software</i> .....	21
4 METODOLOGIA .....	21
5 DESENVOLVIMENTO .....	22



5.1 Arquitetura do projeto.....	22
5.2 Classificação do jogo.....	22
5.3 Descrição do jogo .....	22
5.4 Telas do jogo .....	23
5.5 Objetivo do jogo .....	29
5.6 Funções do Jogo .....	29
5.6.1 Novo Jogo .....	29
5.6.2 Galeria .....	30
5.6.3 Online .....	30
5.6.4 Opções .....	30
5.6.5 Ajuda .....	30
5.7 Criatura.....	31
5.7.1 Definição.....	31
5.7.2 Propriedades .....	31
5.7.3 Comportamento.....	32
5.8 Elementos do Jogo .....	34
6 RESULTADOS E EXPERIMENTOS .....	35
6.1 Comportamentos.....	35
7 CONCLUSÃO .....	35
7.1 Discussão .....	35
7.2 Desafios e Frustrações .....	36
7.3 Modificações Futuras .....	36
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	38

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Motivações

Recentemente o avanço da tecnologia vem mudando o funcionamento das mais diversas áreas de uma forma benéfica, dentre as contribuições está o uso dela para o ensino, aprendizado e treinamento. O uso educacional de jogos digitais com conteúdo específico motiva o aprendizado e apresenta situações e cenários diversos que ajudam a construir conhecimento e treinar atividades particulares. (MACHADO *et al.*, 2011).

O número de vendas de *smartphones* já passou o número de computadores pessoais recentemente e o de *tablets* já está alcançando, é previsto que número existente de *smartphones* instalados passe o de computadores em breve. Se nota também que Android é a plataforma dominante mundial em *smartphones* e *tablets*, alcançando uma parcela de mercado de quase 80% em *smartphones* e 60% em *tablets* (BLODGET, 2013b). SANDLE (2014) afirma que se espera que o em breve o número de aparelhos executando o sistema operacional Android alcance 1.1 bilhão no planeta.

Um dos campos de estudo da computação tenta criar modelos artificiais similares a seres vivos existentes, conhecido como vida artificial (VA) que, englobando outras áreas da computação como simulação e modelos computacionais, robótica e até bioquímica, permite por *software* ou *hardware* a recriação de alguns aspectos da vida natural. Por usar um suporte computacional é possível um estudo de forma livre, rápida e com diferentes possibilidades sendo algumas impossíveis de testar no mundo real. (CORREIA, 2005).

Segundo CARON (2008), a indústria de jogos digitais tem mostrado nos últimos anos um grande crescimento globalmente, superior a maioria dos outros setores na indústria no entretenimento e a tendência é que este crescimento continue.

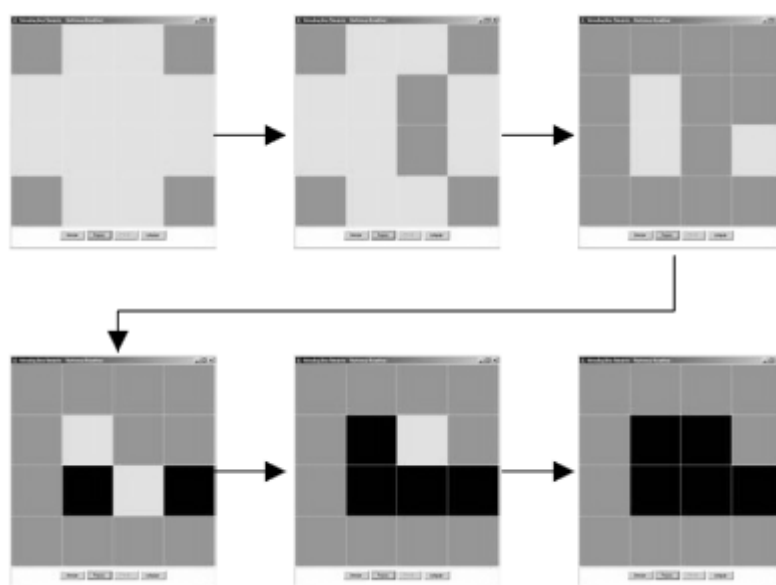
Jogos de simulação, originalmente usados para treinamento militares, se estenderam até a área do entretenimento, é interessante como ferramenta auxiliar para o ensino por possuir um potencial educativo envolver o jogador. (KRÜGER e CRUZ, 2001).

SANTOS (2004) diz que a difusão da *Internet* em várias áreas da sociedade indica que cada vez mais serviços de informação *online* vem fazendo sucesso.

Vendo que o mercado de jogos é atraente e promissor, que estes podem ser utilizados para aprendizados e simulação e que a plataforma Android possui grande popularidade, se pretende utilizar essas vantagens na criação de um jogo que simule VA.

## 1.2 Trabalhos Relacionados

PASCOAL (2005) trata de modelamento de VA por autômato celular, por ser uma simulação apenas e não um jogo possui uma interface simples e prática, respeitando apenas a teoria de VA como é visto na Figura 1.



**Figura 1.** Sequência de ações no trabalho, se percebe que todo o sistema é representado por 16 quadrados. (PASCOAL, 2005).

## 1.3 Objetivos

### 1.3.1 Objetivos Gerais

Este trabalho tem o objetivo aplicar o conceito de VA num jogo digital em dispositivos portáteis executando o sistema operacional Android.

### 1.3.2 Objetivos Específicos

Estudar a área de VA e Autômatos Celulares e passar alguns conceitos na forma de um jogo. Estudar o sistema Android e *frameworks* de desenvolvimento que melhor se adequam para criação de jogos. Documentação do conceito jogo, utilizando padrões UML.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Jogos**

#### **2.1.1 Definição**

O dicionário da língua portuguesa Michaelis define formalmente o termo de jogo como divertimento ou passatempo, que se segue um conjunto de regras, podendo testar a habilidade, destreza ou astúcia.

Segundo dicionários ingleses COLLINS (2010) e RANDOM (2005), jogo pode ser uma atividade competitiva envolvendo habilidade, sorte ou resistência de duas ou mais pessoas seguindo um conjunto de regras para própria diversão ou de espectadores.

Uma outra definição diferente é a do professor e historiador holandês Johan Huizinga (1872-1945), o qual considera o Jogo com definição de tempo e espaço, com regras e se tem um sentimento de tensão e exaltação.

[Play] It is an activity which proceeds within certain limits of time and space, in a visible order, according to rules freely accepted, and outside the sphere of necessity or material utility. The play-mood is one of rapture and enthusiasm, and is sacred or festive in accordance with the occasion. A feeling of exaltation an extension accompanies the action, mirth and relaxation follow. (HUIZINGA, 1955).

Uma definição mais recente, de SALEN e ZIMMERMAN(2004), define jogos como uma atividade voluntária interativa, em que um ou mais jogadores seguem regras que limitam seus comportamentos, estas decretando um conflito artificial, terminando num resultado quantificável.

#### **2.1.2 Classificação do Jogo**

O conceito de estratégia existe desde a antiguidade, surgiu em guerras, na necessidade de generais planejarem e avaliarem suas forças com as dos inimigos, antes de lutarem, para conseguir um objetivo.

Existem dois tipos de jogos de estratégia segundo SILVA e ADAMATTI (2012) os baseados em turnos e em tempo real. Nos jogos baseados em turnos, cada jogador tem um tempo determinado para montar sua estratégia e executar a sua ação, assim cada jogador joga de cada vez, são assim a maioria de jogos de tabuleiro, como dama, xadrez, trilha, também são

exemplos de jogos de estratégia baseado em turno Banco Imobiliário, Jogo da vida dentre outros. Já nos jogos baseados em tempo reais conhecidos como *Real-Time Strategy* a todo momento os jogadores devem pensar e executar suas ações e se algum jogar for omissos pode sair prejudicado.

### 2.1.3 Jogos Eletrônicos

Segundo RAMOS (2012), os jogos eletrônicos, diferentemente dos jogos tradicionais combinam elementos digitais e multimídia, textos, sons assim se distinguindo dos jogos tradicionais.

A grande evolução dos jogos eletrônicos na última década impressiona e dominou completamente o mercado e que cresce cada dia, atraindo grande público que gastam um bom tempo jogando.

Um jogo eletrônico pode ser definido como um *software* destinado a diversão e distração de quem o opera, executando em cima de um dispositivo que pode ser móvel ou não. Segundo os criadores do Primeiro *Arcade*, máquina popular para jogos eletrônicos (THOMAS, GROVE e MANN, 1948), jogos eletrônicos podem ser definidos como jogador representado por um personagem que requer cuidado e habilidade para jogar e obter sucesso no jogo. Sendo essas habilidades podem ser aumentadas de acordo com a evolução do jogador no jogo.

O jogo eletrônico exige um grande poder de raciocínio e tomada de decisões através das ferramentas do ambiente, o qual se interage pelos consoles, estimulando a curiosidade e habilidade.

Segundo HUIZINGA (2007) apud MAGAGNIN (2010), os jogos oferecem a possibilidade de criar cenários inexistentes utilizando a computação para construir narrativas.

A computação tem tido grandes avanços com o passar dos anos, os jogos eletrônicos acompanham esse crescimento proporcionalmente, sendo que com o aumento da tecnologia e a eletrônica, a indústria de jogos se beneficia destes avanços, crescendo junto (IZUSHI e AOYAMA, 2006). Tem sido um fenômeno o crescimento dos jogos em relação a cultura popular, o surgimento de jogos independentes, chamados *indies*, tem se tornado uma parte importante no mercado atual. (MENDES, 2012).

### 2.1.4 Game Design

O processo de construção de um jogo é especificado por alguns como *game design*, especificações do projeto, montagem dos diagramas UML, teorias dentre outros.

Os elementos básicos necessários são a história, a mecânica, a estética e a tecnologia. Pode se usar modelos de cascata para o desenvolvimento ou um modelo espiral modificado, constando com protótipos desde as fases iniciais junto com a análise de riscos. As fases iniciais são um molde para se ter uma ideia do que realmente se pretende desenvolver, já que durante o desenvolvimento podem ser necessárias mudanças que afetem o projeto (SCHELL, 2008).

É interessante notar que o processo de *game design* leva em conta o estudo de várias áreas dependendo do gênero ou objetivo do jogo, exigindo mais do que apenas conhecimento técnico sobre produção de *software*.

## 2.2 Vida Artificial

“A VA dedica-se, por um lado, a encontrar modelos computacionais para problemas biológicos e, por outro, a desenvolver abordagens inspiradas em modelos biológicos para aplicações em engenharia.” (CORREIA, 2005).

VA pode ser definida como estudo de modelos computacionais inspirados em seres vivos.

Estudando o comportamento, padrões e formas de interação dos seres vivos, são criados modelos que possam simular as mesmas características e formas de atuação destes seres.

Este estudo é interessante para saber como funciona a vida e aplicação de princípios da biologia.

“Esta tentativa de recriar fenômenos biológicos por meios artificiais irá resultar não somente em uma melhor compreensão do fenômeno da vida como também na aplicação de princípios da biologia na tecnologia de hardware e *software*, robôs móveis, medicina, fábricas e outros.” (JÚNIOR e NAGEL, 2003).

Apesar da VA ter surgido junto com a inteligência artificial (IA) cronologicamente ela não teve um avanço tão rápido quanto a IA. Vale lembrar que a diferença entre elas é a abordagem, a IA tenta resolver um problema chegando a um objetivo enquanto a VA procura um comportamento adequado ao sistema.

### 2.2.1 Autômatos Celulares (AC)

John Von Neumann propôs um conceito de VA com o objetivo de modelar a reprodução biológica, definido por infinitos conjuntos de autômatos finitos organizados espacialmente. Esses autômatos auto reprodutores podem ser chamados de células. (NEUMANN, 1966).

Através de regras pré-definidas a cada iteração, com o passar do tempo, cada célula interage com células da vizinhança, podendo gerar novas células ou destruir células antigas.

CORREIA (2005) afirma que o uso de ACs tem uma importância no uso de simulação e tem se mostrado mais usados com o tempo.

Os AC têm vindo a ser usados com frequência na simulação. Em diversos tipos de problemas é necessário simular o comportamento de sistemas complexos, em que existe um número muito grande de componentes com controle ou propriedades locais. É nesses casos que a simulação baseada em AC se afigura como útil. (CORREIA, 2005, p. 263)

### 2.2.2 Algoritmos evolutivos ou genéticos

Baseados na ideia da evolução e usados essencialmente para tarefas de otimização, são algoritmos que através de várias iterações trabalham com uma população de pontos ou indivíduos e entre cada interação seleciona-se alguns destes para reprodução, aplicando uma mutação, substituindo na população e repetindo até que se consiga o critério desejado (número de gerações ou convergência da população).

## 2.3 Emergência

Formigas e abelhas são exemplos para estudo de VA por possuírem um comportamento coletivo complexo, funcional e organizado. É interessante o fato de não haver um sistema central controlando a função de todos. Se torna útil para a engenharia o estudo desses sistemas emergentes para otimização, simulação, modelagem e outras áreas.

Em seu livro *Emergence*, JOHNSON (2001) trata da emergência, um termo filosófico e científico que representa o modo que sistemas complexos e padrões surgem de uma multiplicidade de interações simples. Comentando o caso das formigas, que mesmo possuindo um sistema de comunicação limitado conseguem manter uma sociedade de milhares delas funcionando. Isto é chamado por ele de lógica de colônia (ou enxame, formigueiro), criaturas

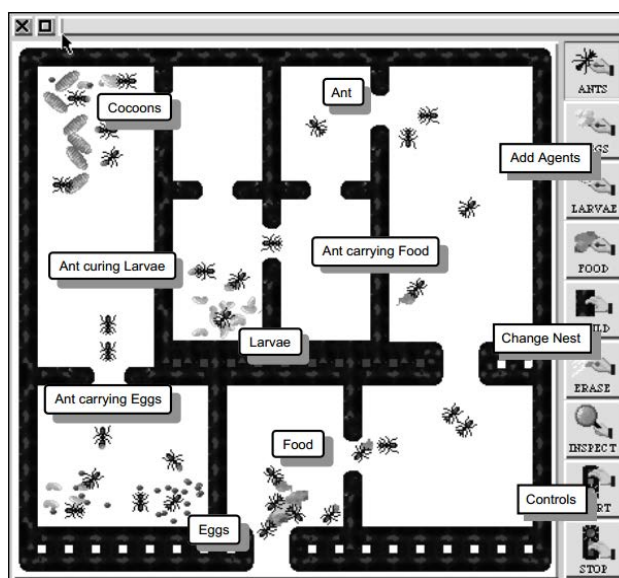
com pouca capacidade cognitiva e vocabulário de comunicação limitado conseguem chegar na solução de um problema.

As formigas não possuem um sistema de comunicação e percepção global, a chave para a lógica de colônia é a compreensão local, cada indivíduo agindo localmente gera um comportamentos globais, como a trilha de feromônio deixada por todas as formigas dá uma visão global para qualquer formiga.

Além de estudos e observações sobre o comportamento de colônias, existem alguns com o foco em simulações de sociedades artificiais DROGOUL, CORBARA e LALANDE (1995), que afirmam a eficiência de sistemas emergentes e trabalho cooperativo para a solução de problemas que não podem ser resolvidos por indivíduos, geralmente utilizada quando os recursos para se trabalhar são escassos (EIBEN, NITSCHKE e SCHUT, 2005).

“Results elucidated that emergent division of labor improved the efficiency of emergent functionality in the population. Such emergent functionality included cooperative foraging and sorting behavior.” (DROGOUL, CORBARA e LALANDE, 1995).

Isto mostra que é uma área de interesse para a computação, pois para muitos casos consegue resolver problemas de uma forma simples e com menos gasto de recursos. Na figura 2 uma imagem da interface do programa MANTA, para executar uma simulação artificial de sociedade de formigas.



**Figura 2.** Imagem do projeto MANTA. É possível visualizar a simulação como se fosse real, facilitando o entendimento. (DROGOUL, CORBARA e LALANDE, 1995).



Outra definição de emergência é dada por Jeremy Campbell que define como um conjunto de regras que desenvolvem um produto que não podem ser listados, devido à grande quantidade.

[Emergência] Um número modesto de regras aplicado repetidamente a uma coleção limitada de objetos resulta em novidades, variedade e surpresa. Podem-se descrever todas as regras, mas não necessariamente todos os produtos das regras - nem conjunto de todos os números inteiros - nem todas as frases de uma língua - nem todos os organismos possíveis que podem surgir da evolução. (CAMPBELL, 1982) apud (SALEN e ZIMMERMAN, 2004, p. 62)

## 2.4 Inteligência Artificial

IA pode ser definida como a parte da Computação na qual se tenta simular vários aspectos físicos e psicológicos de seres humanos e animais, tais como suas atitudes e pensamentos (MILLINGTON e FUNGE, 2009).

Há outras definições de IA, como citada a seguir: “IA pode ser definida como o ramo da ciência da computação que se ocupa com a automação do comportamento inteligente.” (LUGER, 2004).

Há muitas barreiras a serem rompidas quando o assunto é IA, pois na programação se consegue resolver assuntos da área matemática e física, porém em aspectos psicológicos a IA pois se tem a intenção de tratar comportamentos e aprendizagem dos computadores.

“Uma revolução com profundas influências na psicologia, na linguística e na filosofia. A ciência da computação deixava de ser uma disciplina puramente técnica, e suas realizações passaram a estender-se para outros campos. A idéia de estudar a mente humana à semelhança de um programa de computador parecia despontar como uma nova etapa para as ciências humanas.” (TEIXEIRA, 1990, p. 3)

Por exemplo, as máquinas de hoje em dia são complexas porém não conseguem tomar decisões sensatas por si mesmas, expressar emoções, reconhecer rostos familiares ou reconhecer nossa linguagem, atitudes consideradas básicas para nós seres humanos.

Se pode considerar dois principais ramos da IA: o ramo acadêmico e o utilizado em jogos. Na área acadêmica a IA tem o papel de desenvolver em áreas mais complexas como a identificação de Imagens, procurador de caminhos e máquinas de estados.

SILVA e ADAMATTI (2012) afirmam que IA empregada em Jogos é diferente, pois é destinada a diversão das pessoas e não se preocupa com a solução de problemas, entender e imitar comportamentos humanos. A IA em jogos tem o objetivo de divertir, a impressão que fica, o funcionamento interno não importa, o que torna interessante é a atuação do sistema e não como ele pensa.

Maquinas de estados finitos podem ser usadas, é comumente usada em jogos e considerada uma boa ferramenta, podem ser usadas transferindo o controle de um estado para outro. Agentes autônomos podem ser usados em jogos conforme forem necessários representando personagens, estes podem suprir a necessidade de um jogador real para competir. (NOVAK e JR., 2007).

## **2.5 Comportamentos de Seres Vivos**

Quanto à interação entre espécies existem vários tipos de possíveis de classificação distintos, alguns importantes citados abaixo.

Simbiose um tipo de relação em que pares de organismos vivem juntos e não há prejuízo para ambos nessa relação, dentro dela se encaixam outras relações como o neutralismo, protocoperação, mutualismo e o comensalismo. (COELHO, 2002).

O neutralismo é raro, acontece quando uma espécie não afeta outra. A protocoperação é uma relação não obrigatória que há benefícios para ambas as partes. No mutualismo também há benefícios de todas as partes, porém a relação é obrigatória. No comensalismo apenas um lado envolvido se beneficia, sem prejudicar o outro.

Coevolução é um processo evolutivo entre duas ou mais espécies que não envolvem a troca de genes, inclui a competição, predação, mutualismo e protocoperação.

A competição pode ser intraespecífica, ou seja, entre a própria espécie, ou interespecífica, entre espécies diferentes. A competição pode ser por recurso, quando diferentes espécies utilizam um mesmo recurso que está em falta, ou por interferência ou exploração, quando algum há um malefício causado na relação mesmo que o recurso compartilhado não esteja em falta.

Predação é definida como o ato de um ser consumir o outro para se alimentar, levando a morte da presa na maioria dos casos. (COELHO, 2002).

## 2.6 Simulação

Simulação, segundo THOMAS (2003), é a criação de um modelo de um sistema real ou teórico contendo informação de como o sistema se comporta. Esse modelo deve conter algum aspecto do mundo real. A informação utilizada torna a simulação mais real conforme a complexidade dela aumenta.

THOMAS defende que a simulação tem a função de trazer do plano físico para o virtual, um mundo real e variando sua complexidade, o que se assemelha a definição a seguir.

[Simulation] the process of designing a model of a real system and conducting experiments with this model for the purpose either of understanding the behavior of the system or of evaluating various strategies (within the limits imposed by a criterion or set of criteria) for the operation of the system. (INGALLS, 2002).

De acordo com THOMAS e INGALLS, a simulação pode ter várias definições, porém sempre estará auxiliando as áreas do conhecimento, podendo ser aplicado não só em computação, mas também na área pedagógica, ajudando o estímulo do raciocínio lógico.

JOHNSON (2001) observa a importância da simulação como modelos interativos, mostrando como ela ajuda nos estudos e aprendizagem de sistemas complexos e a importância de um sistema interativo, o qual o aprendiz é capaz de visualizar na tela de um computador como o sistema funciona.

“Computer based simulations can teach us a tremendous amount about complex systems: if a picture is worth a thousand words, an interactive model must be valued in the millions” (JOHNSON, 2001, p. 87).

## 2.7 Simulação em Jogos

A simulação empregada em jogos pode ser considerada tão complexa quanto a empregada no meio acadêmico, porém a principal diferença entre ambas é o fato de que a simulação no âmbito acadêmico tem a necessidade de ter um elemento real e na simulação em jogos não precisa o elemento real, e sim é empregada de acordo com a necessidade nos jogos conforme é apresentado na citação seguinte.

“Thus, it is not too improper to consider games and simulations as similar in some respects, keeping in mind the key distinction that simulations propose to represent reality and games do not.” (GARRIS, AHLERS e DRISKELL, 2002).

THOMAS (2003) já destaca a importância da simulação empregada em jogos, indicando jogos que utilizam a imaginação que podem ser simulados no computador.

Computer entertainment such as arcade games, war games, and role-playing games require a consistent model of an imaginary world. Many make use of simulation techniques used in training, design and analysis (for example for optimisation and control). Strategy games often contain sophisticated computer models e.g. SimCity. (THOMAS, 2003).

Existem simulações orientadas para o lado artístico, tendo o objetivo de definir o humor, indicar direções e situações, isto pode facilitar a abstração de várias situações reais, representando-as no mundo virtual. (NOVAK e MUEHL, 2007).

## **2.8 Android**

Com a primeira geração lançada em 2008 hoje o Android é a plataforma mais popular para *mobile* e continua crescendo. Possui o benefício de ser código aberto, dependendo do aparelho utilizado pode tratar multitoque permitindo funções de deslizamento de tela, zoom, gestos e sensores de movimento (DEITEL, *et al.*, 2012). Dispositivos que possuem tela tocável como *tablets* e *smartphones* permitem uma navegação muito mais intuitiva, o que facilita o ensino e uso de aplicativos e jogos (MORAN, 2012).

## **3 MATERIAIS**

Os materiais e tecnologias utilizados para o desenvolvimento deste projeto foram separados em *hardware* e *software* para melhor visualização.

### **3.1 Hardware**

Microcomputador executando o Windows 7 64-bit como sistema operacional, utilizado para desenvolvimento, programação, testes, criação de modelos, documentação e escrita da monografia.

Celular e *tablet* executando o sistema Android na versão 4.0, para testes e plataforma de lançamento do produto final.

### 3.2 Software

Foi utilizado o Android SDK, que fornece o ambiente de desenvolvimento Eclipse executando Java. Esse SDK é obrigatório para desenvolvimento de aplicativos para qualquer dispositivo que possua o sistema operacional Android.

O *framework* de desenvolvimento libGDX para o auxiliar o desenvolvimento e programação do jogo. Utiliza a linguagem Java e possui a vantagem de ser multiplataforma podendo executar em desktop, Android, BlackBerry, iOS e HTML.

Do pacote office 2013, o Word para edição de textos, Excel para tabelas e gráficos e Visio para diversos diagramas.

## 4 METODOLOGIA

O projeto foi construído primeiramente definindo a ideia inicial sendo esta simular seres vivos através de criaturas virtuais representadas visualmente na tela de um dispositivo móvel. Estas criaturas tem objetivo de se mover e interagirem entre si durante um período de tempo na simulação.

Após ser definida a ideia inicial foi feita uma extensa pesquisa para referencial teórico para se ter material de base e quais tecnologias mais convenientes que possam facilitar ou agilizar o processo de desenvolvimento.

Reuniões semanais foram feitas com os demais membros da equipe, tendo como programadores do jogo: Daniel Silva Santos e Leandro Yukio Takahashi, designer: Bruno Zequim e cliente: Wilson Massashiro Yonezawa. Nestas reuniões o projeto era discutido e se decidiam funcionalidades a serem implementadas durante o desenvolvimento, incrementando diversas funções possíveis no jogo. O trabalho dos programadores era a programação do jogo e sistemas de suporte como *site*, servidor e banco de dados, o designer ficava responsável por imagens e interface gráfica e o cliente quais funções deviam ser colocadas a mais no jogo.

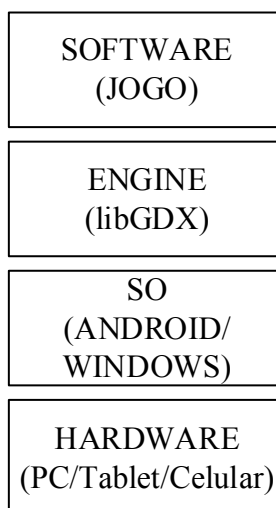
No primeiro semestre de 2013, o desenvolvimento, modelos e ideias base foram fechadas com as reuniões e o referencial teórico levantado. Na programação se trabalhou em uma versão protótipo em Java que executava apenas no Windows. O protótipo tinha como objetivo testar de forma rápida funções novas adicionadas e visualiza-las.

No segundo semestre de 2013, foi feita a conversão do protótipo para uma versão que já executa no Android e as demais funcionalidades foram sendo acrescentadas com o passar do tempo.

## 5 DESENVOLVIMENTO

### 5.1 Arquitetura do projeto

O jogo foi feito usando o *framework* libGDX que utiliza o Java como linguagem de programação, este possui um conjunto de ferramentas para que o jogo possa ser traduzido tanto para plataforma Android como para o Windows, utilizando o OpenGL para renderizar os jogos em todas plataformas. A figura 3 mostra a arquitetura do projeto.



**Figura 3. Arquitetura do projeto.**

Funções de armazenamento, entrada, saída, reprodução de imagem, áudio, cálculos matemáticos e físicos, tratamento de teclado, tela tocável e acelerômetro estão incluídos no *framework*, auxiliando no desenvolvimento do jogo.

### 5.2 Classificação do jogo

O jogo pode ser colocado na categoria de estratégia pois é preciso pensar e tomar decisões para poder alterar o jogo como se deseja. Pode ser classificado também como jogo de simulação pois ele está passando um conceito do mundo real para o virtual.

### 5.3 Descrição do jogo

O projeto inteiro é composto pelo jogo e o sistema de suporte *online*, este trabalho possui foco apenas no jogo.

A ideia do jogo é criar uma simulação de um ambiente onde se veja seres vivos interagindo durante um período de tempo. Para simular seres vivos foram criadas criaturas virtuais, estas criaturas interagem entre si durante o período de tempo da simulação.

#### 5.4 Telas do jogo

No jogo o usuário acessa primeiro um menu onde ele pode tomar várias escolhas, ele pode começar a jogar diretamente, acessar informações *online* dele, visualizar sua galeria *online*, obter ajuda do jogo ou sair do jogo.

Segue um fluxograma na figura 4 com possíveis telas que o usuário pode navegar, é interessante lembrar em qualquer tela o usuário pode voltar um nível do menu ou sair do aplicativo.

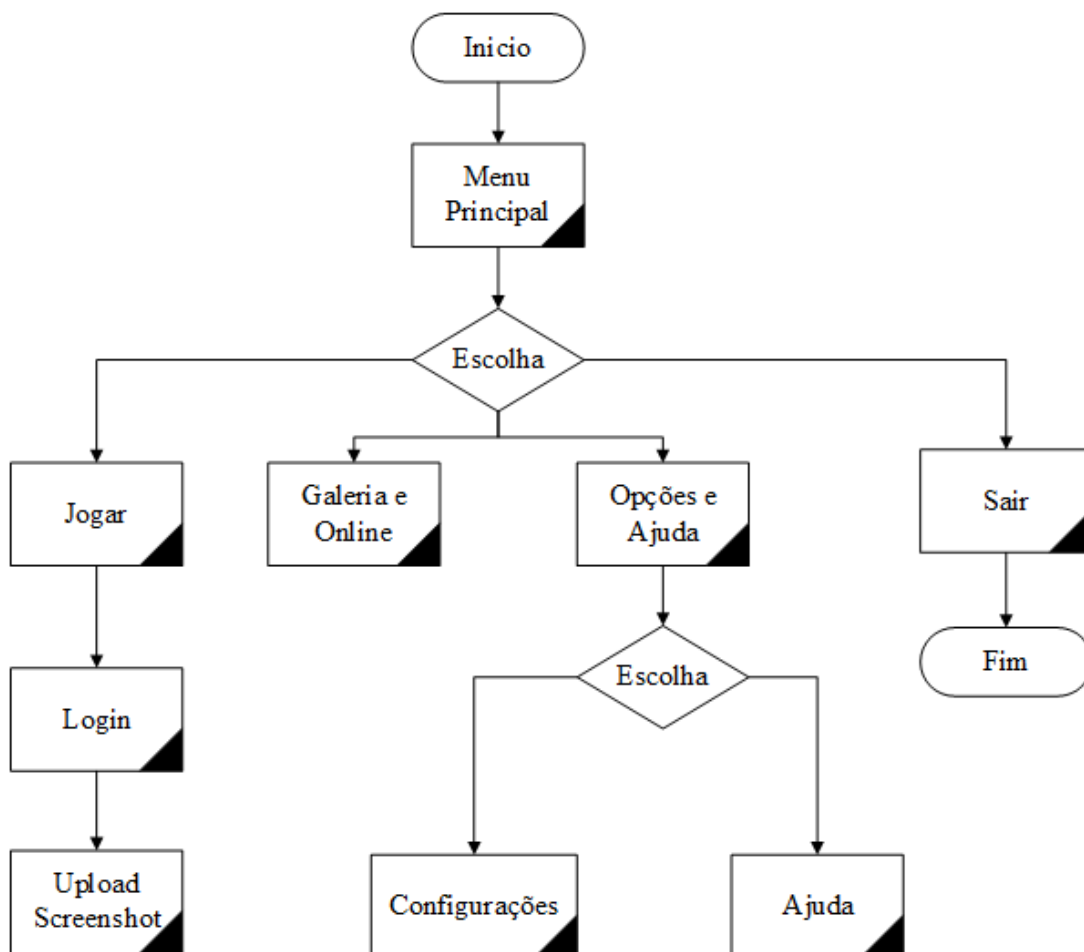


Figura 4. Fluxo das telas do jogo.

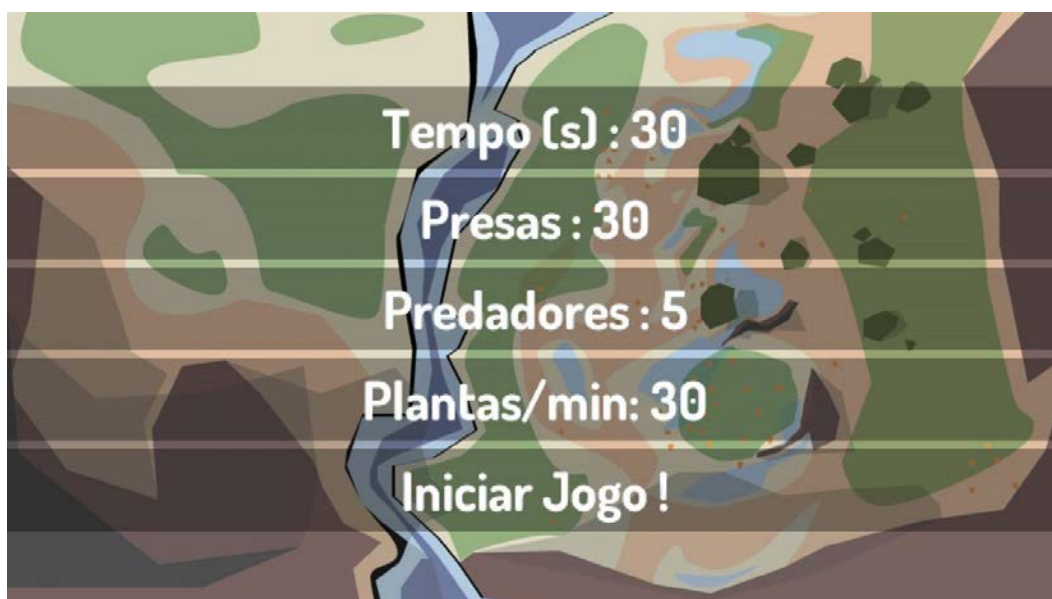
O menu principal do jogo é apresentado na figura 5, cada botão é representado pela área mais escura no fundo do texto, os botões são ativados com o toque se o jogo estiver

executando em dispositivos móveis ou por clique do mouse se estiver executando no computador.



**Figura 5. Menu principal do jogo.**

Quando o jogador ativar o botão de novo jogo um outro menu aparece para ele configurar a situação inicial do jogo, como quantas criaturas de cada família irão aparecer, e configurações da simulação como o tempo total que a simulação irá executar como visto na figura 6. Quando o botão de iniciar jogo for ativado a simulação começa.



**Figura 6. Menu de configuração do jogo.**



Na figura 7 é apresentada a entrada de dados, quando um usuário ativa um botão para alterar valores é mostrada a respectiva tela de entrada, as opções possuem limites de valores e a entrada é validada apenas para números naturais.

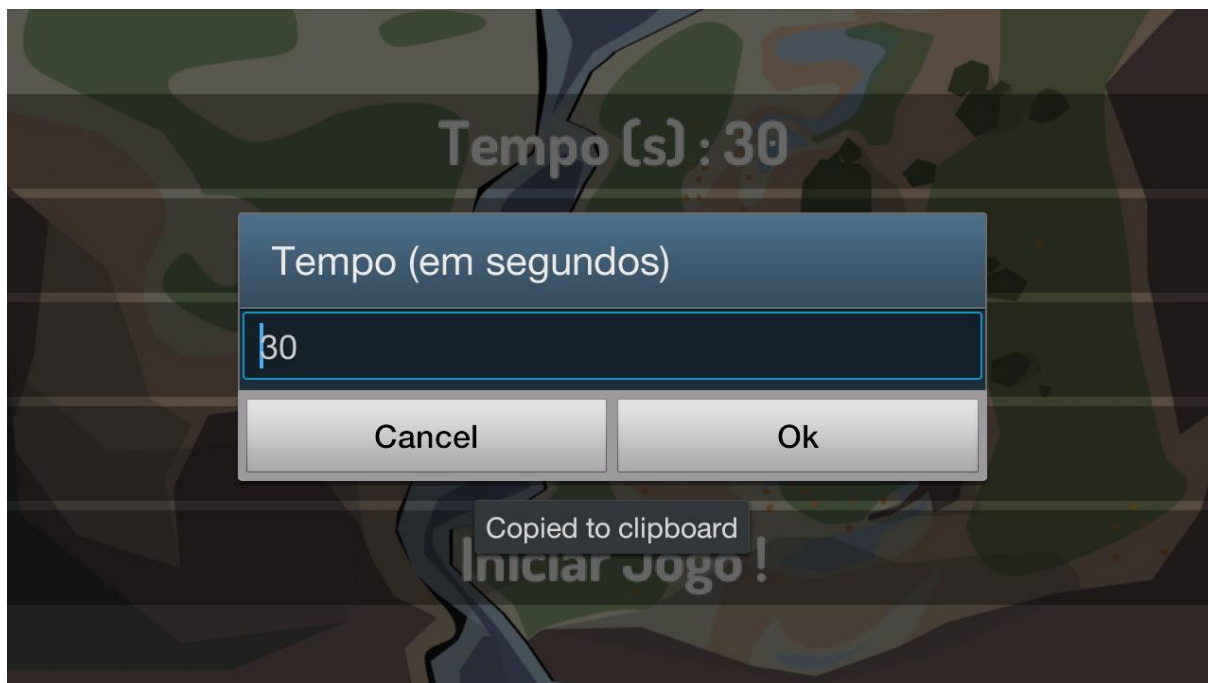


Figura 7. Entrada de dados no menu de configuração.

Na figura 8 é apresentado o jogo executando com algumas criaturas na tela.

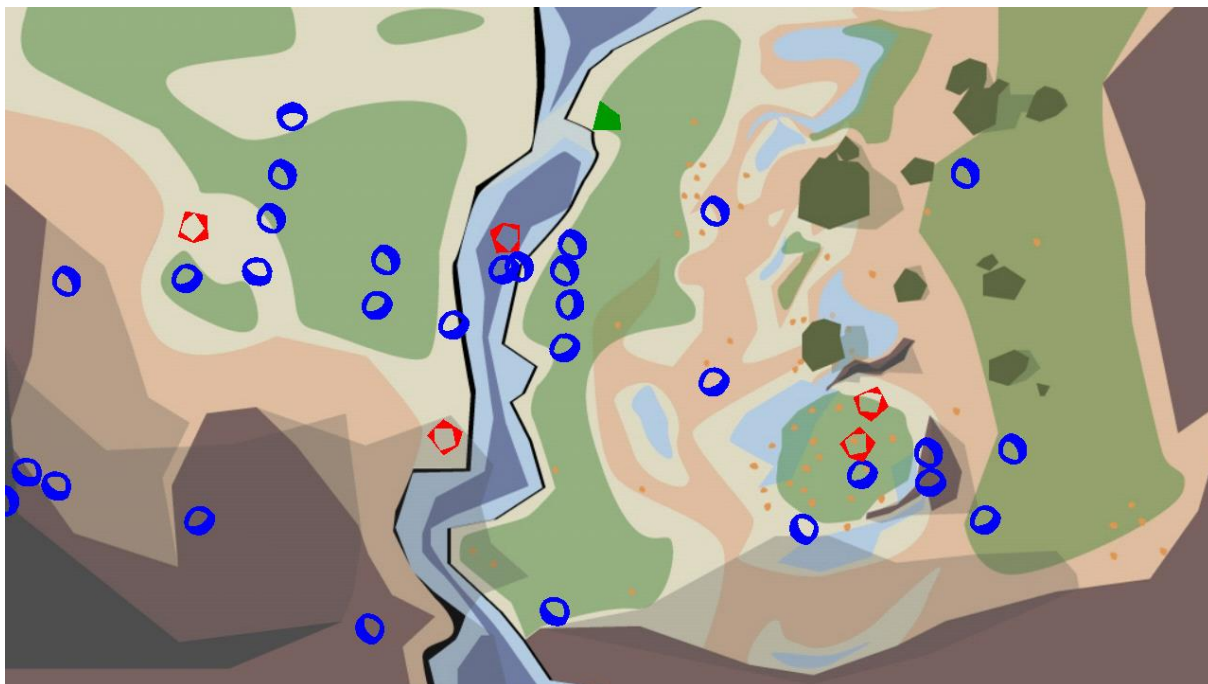


Figura 8. Jogo executando.

Se o usuário tocar uma vez na tela é mostrado no canto superior da tela o tempo restante em segundos da simulação, conforme a simulação passa o tempo decresce, como mostrado na figura 9.



**Figura 9. Tempo restante de simulação no topo.**

É possível mudar a escala da visualização com toque duplo, quando a escala esta aumentada é possível deslizar a tela com o toque. A figura 10 e a figura 11 mostram como a tela pode ficar utilizando o duplo toque para *zoom*.

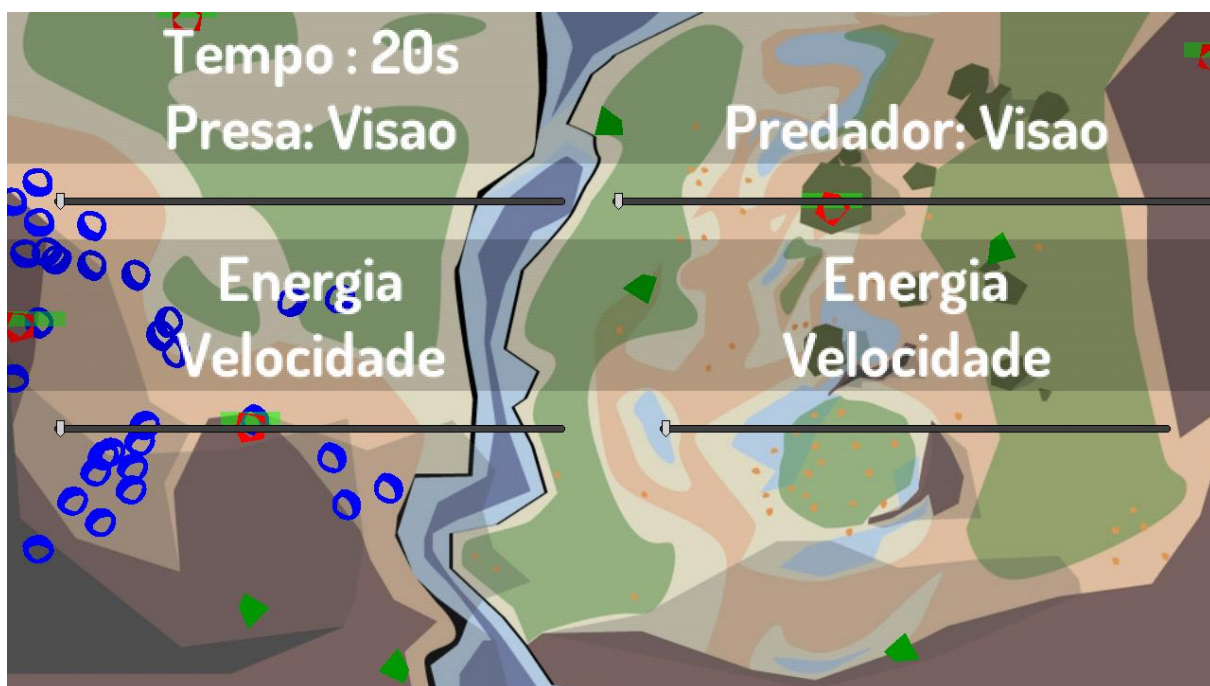


**Figura 10. Escala aumentada pelo *zoom*.**



**Figura 11.** Escala diminuída pelo zoom, a borda é editada para indicar total da tela.

Com duplo toque o jogador executa uma pausa no jogo e abre um menu como mostrado na figura 12. O usuário pode visualizar mais opções de visualização e ativar, mostrando ou ocultando barras de energia de cada família, presa ou predador, e editar algumas configurações como o tamanho da área de visão, um exemplo é mostrado na figura 13.



**Figura 12.** Menu de configurações durante o jogo.



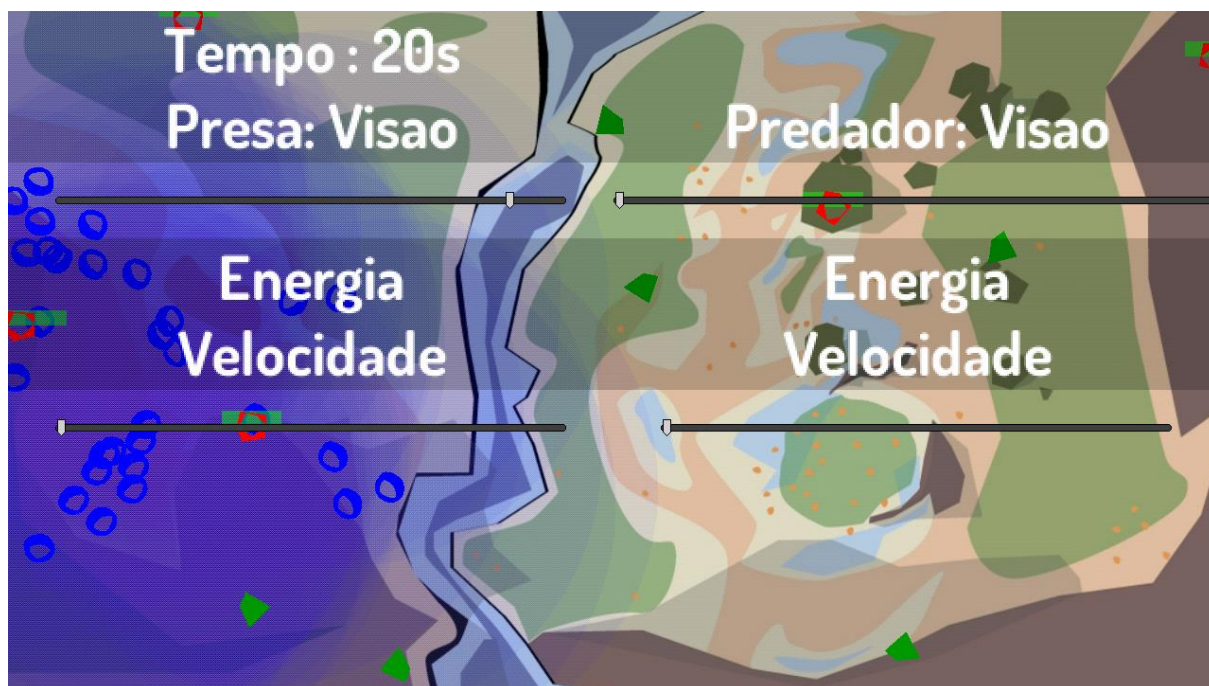


Figura 13. Visualização da área de visão das presas ativa.

No final da partida se tira um *screenshot* da tela e aparece um menu para o usuário poder entrar no sistema como visto na figura 14. Se ele estiver cadastrado após fazer o *login* a imagem é compartilhada em sua galeria online.



Figura 14. Tela de *Login*.

## 5.5 Objetivo do jogo

Dado um *screenshot* da tela já existente de uma situação final do jogo e condições de início pré-definidas se tenta conseguir chegar em um sistema semelhante ao da *screenshot* da tela fornecida inicialmente, propondo um desafio. O jogador durante o tempo de simulação poderá mudar certas configurações das criaturas para tentar alcançar seu objetivo. Quanto mais próximo seu sistema for do da foto, maior sua pontuação.

O jogo também pode ser jogado livremente apenas para observar o sistema se comportando e também para poder compartilhar a foto propondo um novo desafio para mais usuários.

## 5.6 Funções do Jogo

### 5.6.1 Novo Jogo

A principal funcionalidade, é o jogo, que é também a simulação. Quando se é criado um novo jogo por padrão ele é livre, ou seja, o usuário pode configurar definições iniciais da simulação. Na figura 15 há uma explicação do funcionamento do jogo.

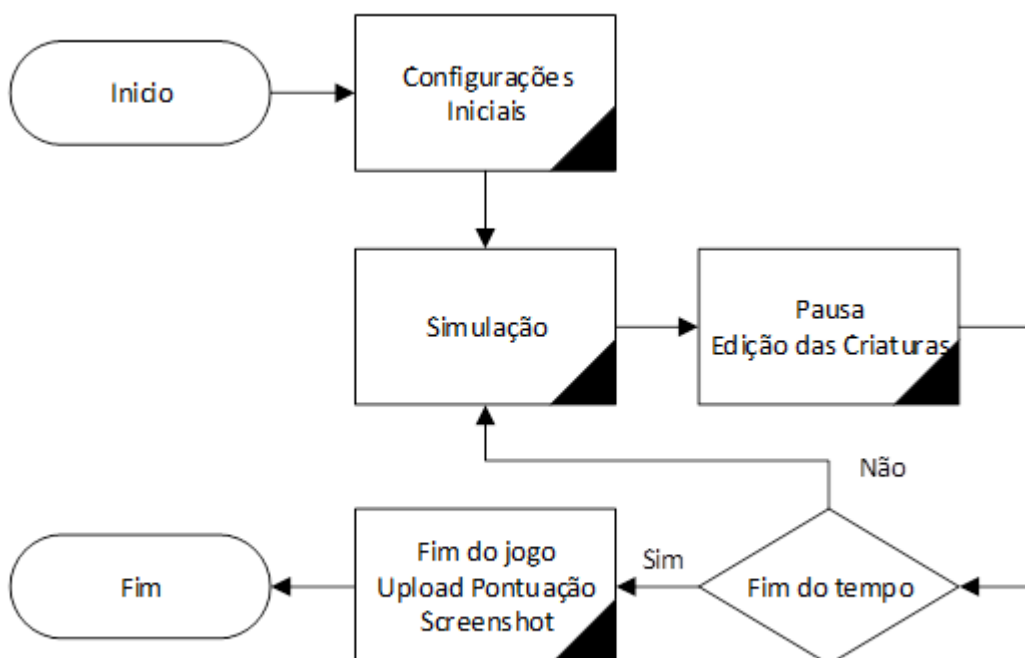


Figura 15. Fluxograma de funcionamento do jogo.

O jogo consiste em configurar o início da simulação, onde o jogador quais criaturas existiram nele, a taxa em que o alimento aparece, velocidade da simulação e o tempo que a simulação irá executar.

A seguir a simulação se inicia, o tempo começa a ser contado. Neste momento as criaturas começam a se mover e interagir independente do jogador. Enquanto a simulação está executando, o jogador pode apenas visualizar o movimento e comportamento das criaturas.

Durante o jogo o usuário pode pausar a simulação, podendo mudar certos atributos da criatura como fome, velocidade de movimento, taxa de consumo de energia, agressividade, entre outros. É possível também mudanças na simulação em si como taxa em que surge alimento no cenário, velocidade da simulação. Deste modo é possível alterar o comportamento geral das criaturas indiretamente.

Quando o tempo se esgota a simulação é terminada e uma *screenshot* da situação final do sistema é gerada. Se o usuário quiser ele pode fazer um upload dessa *screenshot* para o servidor,

### 5.6.2 Galeria

O jogador pode visualizar as *screenshots* do jogo salvas que ele obteve no final de cada partida, ou seja, para cada simulação executada ele obterá uma imagem. Existe a galeria de *screenshots* do jogo armazenadas no aparelho e a *online*.

### 5.6.3 Online

No modo *online* o jogador pode se cadastrar ou entrar no sistema *online* informando seu usuário e senha. Depois de se conectar ao sistema ele pode visualizar sua galeria *online* ou outras galerias de outros jogadores como desafio. O modo *online* está aberto para futuras expansões como uma loja *online* onde o jogador poderá comprar personalizações para o jogo.

### 5.6.4 Opções

Opções como controle do volume, habilitar ou desabilitar certos gráficos exibidos, durante jogo e demais configurações em geral.

### 5.6.5 Ajuda

Instruções de como o jogo funciona e como jogar o mesmo.

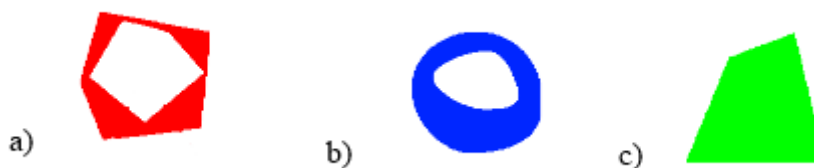
## 5.7 Criatura

### 5.7.1 Definição

Este é o elemento mais importante do jogo. As criaturas representam a parte da VA, também foi levado em conta características de seres vivos para a criação das criaturas.

Elas podem representar tanto células como seres vivos. Cada uma delas possui propriedades individuais e interagem com outras criaturas. Juntas, um conjunto grande de criaturas da mesma família, gera um comportamento global como visto na emergência.

Atualmente existem duas famílias base de criaturas, as presas, herbívoras e as predadoras, carnívoras. O predador é representado pela cor vermelha e a presa pela cor azul. Também existe a planta que não interage e se move como uma criatura servindo apenas de alimento para as herbívoras representada pela cor verde. Na figura 16 é possível ver as criaturas existentes e seu formato.



**Figura 16. Criaturas, a)predador com forma mais quadradas, b)presa com forma mais arredondada, c)planta com uma forma cheia e simples.**

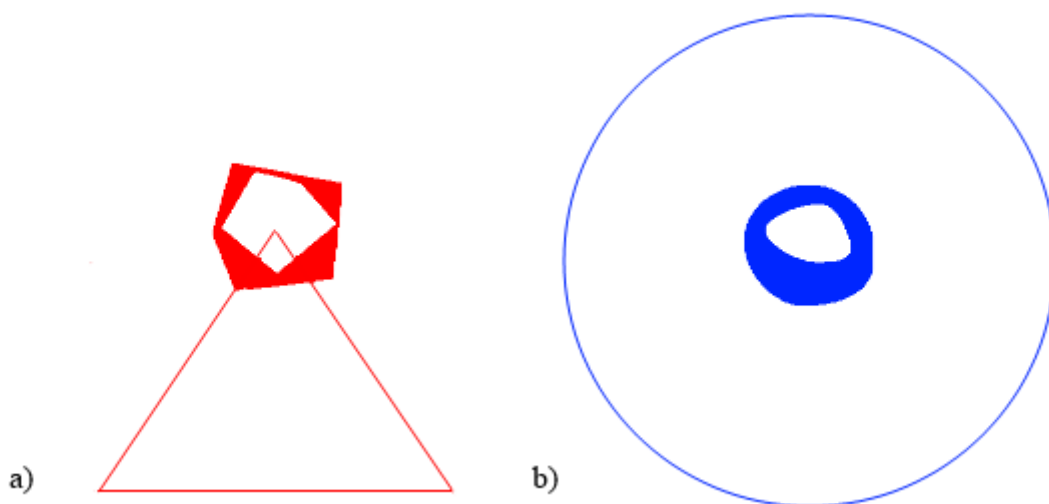
### 5.7.2 Propriedades

As propriedades de cada criatura são individuais, tentam representar alguma característica no mundo real de um ser vivo, os valores podem se alterar durante a simulação. Abaixo uma listagem das propriedades.

- Família: uma criatura ou pertence à família dos herbívoros, as presas ou a família dos carnívoros, os predadores. Os herbívoros possuem o comportamento de se agruparem para se proteger, os carnívoros andam dispersos para terem mais chance de atacar um herbívoro.
- Energia: é vida da criatura começando com um valor máximo predefinido, conforme o tempo da simulação passa esse valor diminui, se a criatura for atacada a energia também diminui. Se a criatura está com pouca energia significa que ela está com fome. A

energia pode ser recuperada quando a criatura se alimenta. Quando a energia acaba a criatura morre. Quanto mais energia a criatura tem, mais rápido ela se move.

- **Visão:** distância em que a criatura consegue observar o ambiente ao seu redor. É utilizada para detectar alimento, presas e predadores. A criatura pode possuir dois tipos diferentes de visão. Predadores possuem uma área da visão focada em triângulo que fica girando envolta de si e presas possuem uma visão circular em volta de si mesmas. Qualquer coisa dentro da área triangular ou circular é reconhecido como vista pela criatura. Na figura 17 um exemplo visual da área da visão, estando a criatura no centro.



**Figura 17. Criaturas, a) predador área de visão triangular, b) presa com área de visão circular.**

### 5.7.3 Comportamento

Dependendo dos valores das propriedades das criaturas elas podem atingir diferentes estados, cada estado pode gerar diferentes comportamentos. Os estados estão listados abaixo.

- **Normal:** no estado normal a criatura está com um nível alto de energia, e sem nenhuma criatura ou alimento dentro da visão. Neste estado a criatura anda livremente pelo mapa em direções aleatórias e verifica se existe algo próximo.
- **Colônia:** se a criatura está no estado normal e acha um membro da mesma família ela tenta se aproximar e manter uma distância mínima formando uma colônia, quando mais membros de uma família juntos se torna mais fácil de notar que elas formam uma colônia.



- Reproduzindo: quando membros da mesma família estão em colônia e as condições são favoráveis, ou seja, ambos possuem bastante energia, duas criaturas iniciam o estado de reprodução, parando por um momento de se movimentar e depois gerando uma nova criatura da mesma família.

- Fome: quando os níveis de energia estão baixos a criatura tenta se alimentar, se for a presa, ela procura por alimento que aparece de tempo em tempo no mapa. Se for o predador ela procura uma presa.

- Perseguindo: quando a criatura está com fome e acha uma presa ou alimento ela tem como meta correr na direção de quem ela achou até alcançar o alvo definido.

- Comendo: depois de perseguir a criatura começa a comer o alvo para recuperar energia, depois de se alimentar volta para o estado normal.

Segue na figura 18 um diagrama UML de atividade para facilitar a compreensão do funcionamento da criatura.

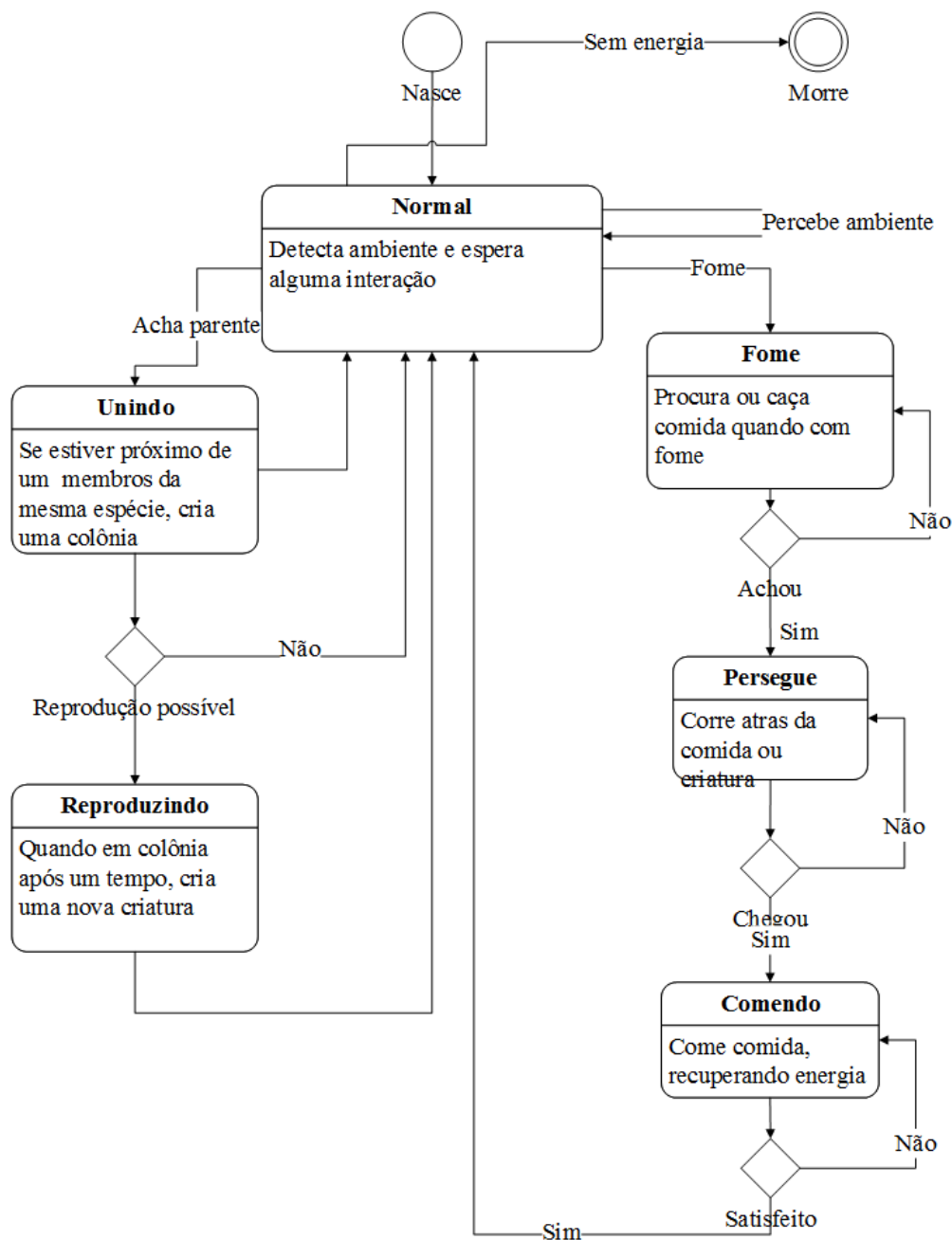


Figura 18. Diagrama UML de atividade da criatura, exemplifica as ações possíveis da mesma.

## 5.8 Elementos do Jogo

- Criaturas: parte principal do jogo, interagem entre si com diferentes comportamentos.
- Tempo: tempo da simulação do jogo, é o tempo real, durante o jogo o tempo apenas diminui, quando chegar a zero o jogo acaba.

- Alimento: considerado alimento apenas para presa ou herbívoros, uma espécie de planta que nasce de tempo em tempo em lugares aleatórios no mapa. Está no mais baixo nível da cadeia alimentar.
- Mapa: o campo ou cenário do jogo, e nele que todas criaturas estão andando, o mapa pode ter obstáculos que impedem ou dificultam a passagem das criaturas.
- Energia: força que as criaturas dependem para sobreviver, é possível ativar a visualização da quantidade de energia de cada criatura.
- *Zoom*: é possível mudar a escala da visualização, aumentando ou diminuindo a área visível do total do jogo.
- *Screenshot*: captura de imagem atual da tela do aparelho em um arquivo de imagem.

## 6 RESULTADOS E EXPERIMENTOS

### 6.1 Comportamentos

Apesar das criaturas dependerem de algumas variáveis aleatórias para tomadas de decisão, é possível observar alguns comportamentos das criaturas:

- Quando há uma grande quantidade de alimento e poucos predadores há um aumento da população de presas, se nota uma grande parte da tela tomada pela cor predominante das presas, porem com o passar do tempo o alimento se torna escasso fazendo que as presas morram ao longo prazo.
- Quando há muito mais predadores do que presas, as presas se tornam extintas rapidamente e ao passar do tempo os predadores acabam se extinguindo também pela falta de presas para eles se alimentarem.

## 7 CONCLUSÃO

### 7.1 Discussão

Apesar de se tratar de uma simulação visual o projeto também é um jogo. Com jogabilidade não linear, o jogador não interfere diretamente no jogo, mas pode modificar

configurações durante a simulação que podem alterar o resultado final. Assim o jogador possui mais de um caminho para alcançar o resultado desejado.

A simulação não representa um conjunto grande de características dos seres vivos, isto gera diferenças com sistemas já existentes na natureza, pois nem todos aspectos reais estão sendo simulados, uma simulação mais próxima da realidade exigiria mais processamento, tanto para dados como visualmente o que inviabiliza a produção para dispositivos móveis como *tablets* e *smartphones*. Uma simulação mais realista também removeria elementos lúdicos necessários para um jogo, o tornando menos divertido.

Porém do mesmo modo, certos aspectos observados lembram muitas características do mundo real. A relação entre espécies de presa e predador, fome, buscar por alimento e caça são reações e comportamentos que muitos seres vivos apresentam estão representados no jogo.

O jogo consegue através de um método lúdico, visual e interativo uma representação parcial de um sistema seres vivos interagindo, cumprindo a proposta.

## 7.2 Desafios e Frustrações

Um dos desafios encontrados foi o desenvolvimento de uma aplicação para a plataforma Android que é diferente do desenvolvimento para PC, é preciso levar em conta diferentes versões do sistema Android e muitos aparelhos podem apresentar incompatibilidade de *hardware* e resoluções de telas diferentes. Mesmo com o *framework* libGDX que é feito para jogos ele é um pouco limitado e não tão documentado o que dificulta o desenvolvimento nele.

Uma das frustrações foi limitação da escolha de *frameworks* livres ou grátis, os pagos apesar de custarem muito normalmente apresentam mais vantagem por possuírem um nível profissional maior e grande suporte, mas mesmo assim é recompensador aprender um *framework* relativamente desconhecido como o libGDX e conseguir aplica-lo.

Um jogo é uma forma de entretenimento audiovisual interativa, durante o desenvolvimento jogo não foi possível investir na parte do áudio, deixando o jogo menos rico como um jogo.

## 7.3 Modificações Futuras

O jogo pode se beneficiar de funções extras no futuro para aproveitar ainda mais o sistema de suporte *online* e deixar o jogo mais rico com mais variações. Um sistema de compra

de novos tipos de criaturas e comportamentos, utilizando uma loja virtual, a criação de mapas diferentes para as simulações dentro do jogo e parte uso de áudio como sons de efeito ou uma trilha sonora. Podem ser utilizados métodos de segurança no armazenamento e transmissão de dados do usuário na comunicação *online*.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BATCHELOR, J. Dovetail Games on future-proofing simulators. **Develop**, 2013. Acesso em: 22 Dezembro 2013.

BLODGET, H. Come On, Apple Fans, It's Time To Admit That The Company Is Blowing It. **Business Insider**, 2013. Disponível em: <<http://www.businessinsider.com/apple-prices-too-high-2013-11>>. Acesso em: 1 Dez 2013.A

BLODGET, H. The Number Of Smartphones In Use Is About To Pass The Number Of PCs. **Bussiness Insider**, 2013. Disponível em: <<http://www.businessinsider.com/number-of-smartphones-tablets-pcs-2013-12>>. Acesso em: 1 dez. 2013.B

CAMPBELL, J. **Grammatical Man**: Information, Entropy, Language and Life. 1. ed. [S.l.]: Simon & Schuster, 1982. 319 p. ISBN 978-0671440619.

CARON, F. Gaming expected to be a \$68 billion business by 2012. **arstechnica**, 2008. Disponível em: <<http://arstechnica.com/gaming/2008/06/gaming-expected-to-be-a-68-billion-business-by-2012/>>. Acesso em: 1 dez. 2012.

COELHO, R. M. P. **Fundamentos em ecologia**. 1ª revista. ed. [S.l.]: Artmed Ed, 2002. 252 p.

COLLINS ENGLISH DICTIONARY. **Collins English Dictionary - Complete & Unabridged**. 10. ed. Lasgo: HarperCollins, v. 1, 2010.

CORREIA, L. **Vida Artificial**. Congresso da Sociedade Brasileira de Computação. São Leopoldo: [s.n.]. 2005. p. 257-305.

DEITEL, P.; DEITEL, H.; Deitel, A.; MORGANO,M. **Android for Programmers**. Crawfordsville: Pearson Education, 2012.

DICTIONARY.COM. Dictionary.com - Free Online English Dictionary. **Dictionary.com**, 2013. Disponível em: <[dictionary.reference.com](http://dictionary.reference.com)>. Acesso em: 1 maio 2013.

DROGOUL, A.; CORBARA, B.; LALANDE, S. MANTA: New Experimental Results on the Emergence of (Artificial) Ant Societies. **Artificial societies: The computer simulation of social life**, London, p. 190-211, 1995.

DUNCAN, R. SSL: Intercepted today, decrypted tomorrow. **Netcraft**, 2013. Disponível em: <<http://news.netcraft.com/archives/2013/06/25/ssl-intercepted-today-decrypted-tomorrow.html>>. Acesso em: 3 Dezembro 2013.

EIBEN, A. E.; NITSCHKE, G. S.; SCHUT, M. C. **Comparison of Reproduction Schemes in an Artificial Society**. Vrije Universiteit Amsterdam. Amsterdam, p. 8. 2005.

ELMASRI, R.; NAVATHE, S. **Fundamentals of Database Systems**. 6. ed. [S.l.]: Pearson, 2011.

ESPOSITO, N. **A short and Simple Definition of What a Videogame is**. Proceedings of DiGRA 2005 Conference: Changing Views - Worlds in Play. Compiègne: Authors & Digital Games Research Association DiGRA. 2005. p. 6.

GARRIS, R.; AHLERS, R.; DRISKELL, J. E. Games, motivation and learning : A research and practice model. **SIMULATION & GAMING**, v. 33, n. 4, p. 441-467, 2002. ISSN 10.1177/1046878102238607.

HOTHOTH, S.; CHAMPION, K. We Are Always After That Balance: Managing Innovation in the New Digital Media Industries. **Journal of Technology Management & Innovation**, Santiago, v. 5, n. 3, Outubro. 2010.

HUIZINGA, J. **Homo Ludens, a study of the play element in culture**. 1. ed. Boston: Beacon Press, v. 1, 1955.

HUIZINGA, J. **Homo Ludens**: O jogo como elemento da cultura. São Paulo: Perspectiva, 2007.

INGALLS, R. G. **INTRODUCTION TO SIMULATION**. Winter Simulation Conference. Stillwater: [s.n.]. 2002. p. 10.

IZUSHI, H.; AOYAMA, Y. Industry evolution and cross-sectoral skill transfers:a comparative analysis of the video game industry in Japan,the United States, and the United Kingdom. **Environment and Planning**, v. 38, p. 1843-1861, 2006.

JOHNSON, S. B. **Emergence**: The Connected Lives of Ants, Brains, Cities, and Software. 1. ed. New York: Scribner, v. 1, 2001. 288 p. ISBN 068486875X 9780684868752 0684868768 9780684868769.

JÚNIOR, G. V. C.; NAGEL, M. T. **Vida Artificial**. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Florianópolis, p. 5. 2003.

KRÜGER, F. L.; CRUZ, D. M. **OS JOGOS ELETRÔNICOS DE SIMULAÇÃO E A CRIANÇA**. Congresso Brasileiro da Comunicação. Blumenau: [s.n.]. 2001.

LANDWEHR,P.; SPRARAGEN, M.; RANGANATHAN, B.; CARLEY, K.M.; ZYDA, M. **Games, Social Simulations, and Data—Integration forPolicy Decisions**: The SUDAN Game. Simulation & Gaming. Pittsburgh: [s.n.]. 2012. p. 27.

LANGTON, C. G. **Artificial Life**. Santa Fe Institute Studies in the Sciences of Complexity. Redwood: Addison-Wesley. 1989.

LUGER, G. F. **Inteligência Artificial - Estruturas e estratégias para a solução de problemas complexos**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, v. 1, 2004.

MACHADO, L.D.S.; MORAES, R.M.D.; NUNES, F.D.L.D.S; COSTA, R.M.E.M.D. Serious Games Baseados em Realidade Virtual para Educação Médica. **Revista Brasileira de Educação Médica**, n. 35, p. 254-262, 2011.

MAGAGNIN, C. D. M.; TOSCHI, M. S. **A INTERFERÊNCIA DOS JOGOS ELETRÔNICOS NA PRÁTICA DA EDUCAÇÃO FÍSICA**. PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS - PUCGoiás. Goiânia, p. 121. 2010. (CDU : 796:794:004.3(043.3)).

MENDES, B. L. **O fenômeno retrô nos jogos eletrônicos**: fatores que mudaram a. Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento DIgital. Brasília: [s.n.]. 4 Novembro 2012. p. 175-183. PUC-Rio, Departamento de Artes e Design.

MILLINGTON, I.; FUNGE, J. **ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR GAMES**. 2. ed. [S.l.]: ELSEVIER, v. 1, 2009. 870 p. ISBN 978-0-12-374731-0.

MORAN, J. M. **Tablets e netbooks na educação**. USP. [S.l.]. 2012.

NEUMANN, J. V. **Theory of Self-Reproducing Automata**. University of Illinois. Urbana & Londron, p. 25. 1966.

NITSCHKE, G. Emergence of Cooperation: State of the Art. **Artificial Life**, v. 11, n. 3, p. 367-396, Setembro 2005.

NOVAK, J.; JR., J. B. A. **Game Development Essentials: Game Artificial Intelligence**. [S.l.]: Cengage Learning, v. 1, 2007. ISBN 978-1418038571.

NOVAK, J.; MUEHL, W. **Game Development Essentials: Game Simulation Development**. 1. ed. [S.l.]: Cengage Learning, 2007. 272 p.

OLEAGA, M. iOS vs. Android vs. Windows Phone Market Share 2013 Update: Apple Inc. (AAPL) Slips, Still King of Mobile OS; Google Android on the Rise. **LatinoPost**, 2013. Disponível em: <<http://www.latinospot.com/articles/32517/20131213/ios-vs-android-windows-phone-market-share-2013-update-apple.htm>>. Acesso em: 20 Dezembro 2013.

PASCOAL, F. S. **SOCIEDADE ARTIFICIAL FIGHT4 : AUTÔMATO CELULAR MODELANDO VIDA ARTIFICIAL**. INPE. São José dos Campos, p. 64. 2005.

RAMOS, D. K. Jogos eletrônicos e juízo moral: um estudo com adolescentes do ensino médio. **Psicologia: teoria e prática**, São Paulo, v. 14, n. 1, Abril 2012. ISSN 1516-3687.

RANDOM HOUSE WEBSTER'S. **Random House Webster's Unabridged Dictionary**. 2º Revisada. ed. [S.l.]: Random House, 2005.

ROCHA, M. L. M. D. **A ESTRATÉGIA E O CENÁRIO DOS NEGÓCIOS: METODOLOGIA PARA IMPLEMENTAÇÃO E AVALIAÇÃO DAS ESTRATÉGIAS CORPORATIVAS**. CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS. Rio de Janeiro. 2006.

SADIGH, M. **How to Design a Computer Game?** University of Washington. Washington. 2002.

SALEN, K.; ZIMMERMAN, E. **Rules of Play: Game Design Fundamentals**. 1. ed. Cambridge: MIT Press, v. 2, 2004.

SALEN, K.; ZIMMERMAN, E. **Regras Do Jogo**. [S.l.]: Blucher, 2012. 229 p. ISBN 9788521206279.

SANDLE, P. More than 1 billion Android devices to ship in 2014: Gartner. **Reuters**, 2014. Disponível em: <<http://www.reuters.com/article/2014/01/07/us-mobile-devices-gartner-idUSBREA060E220140107>>. Acesso em: 7 Janeiro 2014.

SANTOS, L. D. D. **Factores determinantes do sucesso de serviços de informação online em sistemas de gestão de ciência e tecnologia**. Escola de Engenharia do Minho. [S.l.]. 2004.

SHELL, J. **The Art of Game Design: A book of lenses**. 1. ed. Burlington: Elsevier, v. 1, 2008. 520 p. ISBN 978-0-12-369496-6.



SILBERSCHATZ, A.; KORTH, H. F.; SUDARSHAN, S. **DataBase System Concepts**. 5. ed. New York: McGraw-Hill, v. 1, 2006.

SILVA, F. V. D.; ADAMATTI, D. F. Um Jogo de Estratégia Aplicando Técnicas de Inteligência Artificial. **ICCEEg - Revista Jr. de Iniciação Científica em Ciências Exatas e Engenharia**, Rio Grande, Dezembro 2012. 5.

SMED, J.; HAKONEN, H. Towards a Definition of a Computer Game. **TUCS Technical Report No 553**, Turku, Setembro 2003. 18.

TEIXEIRA, J. D. F. **O que é Inteligência Artificial**. [S.l.]: Editora Brasiliense, 1990. 77 p.

THOMAS T. GOLDSMITH, J.; GROVE, C.; MANN, E. R. **CATHODE-RAY TUBE AMUSEMENT DEVICE**. 2455992, 14 Dezembro 1948.

THOMAS, R. **What Are Simulations? – The JeLSIM Perspective**. JeLSIM. [S.l.], p. 13. 2003.